



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 44 28 813 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B01 F 5/06

②1 Aktenzeichen: P 44 28 813.1  
②2 Anmeldetag: 13. 8. 94  
④3 Offenlegungstag: 15. 2. 96

DE 44 28 813 A 1

⑦1 Anmelder:

Ewald Schwing Verfahrenstechnik GmbH, 47508  
Neukirchen-Vluyn, DE

⑦4 Vertreter:

Andrejewski und Kollegen, 45127 Essen

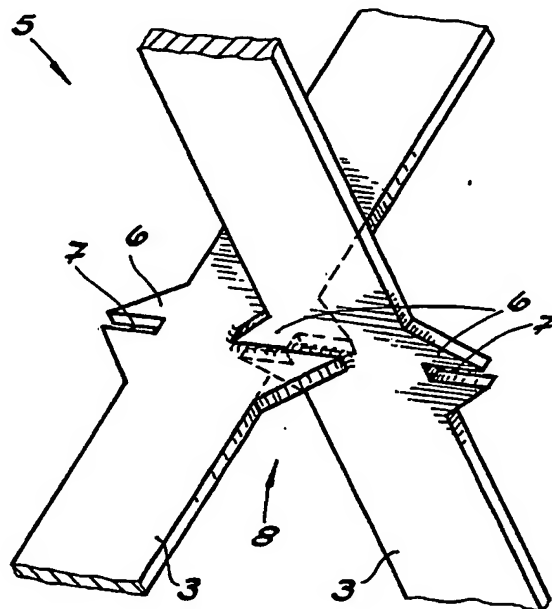
⑦2 Erfinder:

Schwing, Ewald, 47508 Neukirchen-Vluyn, DE;  
Uhrner, Horst, 47661 Issum, DE; Fackert, Horst, 47167  
Duisburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung zum statischen Mischen von Fluiden, insbesondere von thermoplastifiziertem Kunststoff, und Verfahren zur Herstellung einer solchen Vorrichtung

⑤7 Vorrichtung zum statischen Mischen von Fluiden, insbesondere von thermoplastifiziertem Kunststoff. Zum grundsätzlichen Aufbau gehören ein rohrförmiges Gehäuse aus Stahl und eine Mehrzahl von darin angeordneten Mischmodulen aus Stahlblechstäben gleicher Blechdicke, die ein räumliches Kreuzrost bilden. Die Stahlblechstäbe des Kreuzrostes sind mit ihrer Stabfläche schräg und quer zur Gehäuseachse angeordnet, an den Kreuzungsstellen miteinander verbunden und mit ihren Enden mit der Gehäuseinnenwand verlötet oder verschweißt. Die Stahlblechstäbe weisen an den Kreuzungsstellen Stabverbreiterungen mit Ausklinkungen auf, die in entsprechende Ausklinkungen der kreuzenden Stahlblechstäbe einfassen. Sie bilden Formschlußknoten. Die Stahlblechstäbe sind in den Formschlußknoten verlötet oder verschweißt. Auch ein Verfahren zur Herstellung der Mischmodule wird angegeben.



DE 44 28 813 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum statischen Mischen von Fluiden, insbesondere von thermoplastifiziertem Kunststoff, — mit einem zylindrischen, rohrförmigen Gehäuse aus Stahl und einer Mehrzahl von darin angeordneten Mischmodulen aus Stahlblechstäben gleicher Blechdicke, die ein räumliches Kreuzrost mit im wesentlichen rechtwinklig nach einem vorgegebenen Raster sich kreuzenden Stahlblechstäben bilden, wobei die Stahlblechstäbe des Kreuzrosts mit ihrer Stabfläche schräg und quer zur Gehäuseachse angeordnet, an den Kreuzungsstellen miteinander verbunden und mit ihren Enden mit der Gehäuseinnenwand verlötet oder verschweißt sind. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung solcher Vorrichtungen. — Wird mit Verlötung gearbeitet, so wird im allgemeinen eine Hochtemperatur-Hartlötung verwirklicht. Fluide Medien bezeichnet im Rahmen der Erfindung Flüssigkeiten und insbesondere thermoplastifizierten Kunststoff, welche für die Weiterverarbeitung eine homogene isotrope Temperatur und anderer physikalischer Parameter oder eine homogene isotrope Mischung eingemischter Farbstoffe benötigen. Ein räumliches Kreuzrost besitzt zumindest zwei Roste aus in Rostebenen angeordneten Roststäben, wobei die Rostebenen sich zumeist rechtwinklig durchdringen und die Roststäbe sich folglich kreuzen.

Bei der aus der Praxis bekannten Vorrichtung, von der die Erfindung ausgeht, besitzen die Stahlblechstäbe einen stabförmigen, langgestreckten, rechteckigen Grundriß. An den Kreuzungsstellen sind diese Stahlblechstäbe miteinander verschweißt. Dabei müssen störend große Toleranzen in Kauf genommen werden. Die Schweißarbeiten sind aufwendig und produzieren unterschiedlich gestaltete Schweißraupen. Die großen Toleranzen und die unterschiedlichen Schweißraupen stören die Vermischung zu einer homogenen isotropen Struktur, anders ausgedrückt, stören eine homogene isotrope Durchmischung. Es kann im Fluid Strahlenbildung auftreten. Die beschriebenen Erscheinungen, insbesondere die Schweißraupen, erhöhen im übrigen den Druckverlust, den das Fluid, welches durch die Vorrichtung hindurchgeführt wird und folglich die Mischmodule passiert, erfährt, ohne daß diese Druckverluste zur Durchmischung beitragen. Insoweit ist, bezogen auf die Erzielung einer homogenen isotropen Struktur in dem Fluid bei der bekannten Ausführungsform der Wirkungsgrad verbesserungsbedürftig.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, bei einer Vorrichtung des eingangs beschriebenen Aufbaus störend große Toleranzen und Schweißraupen unterschiedlicher Gestalt zu vermeiden und dadurch den Wirkungsgrad in bezug auf eine homogene isotrope Struktur zu verbessern. Der Erfindung liegt fernerhin die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem solche Vorrichtungen einfach und mit hoher Genauigkeit hergestellt werden können.

Zur Lösung des technischen Problems lehrt die Erfindung, ausgehend von der eingangs beschriebenen Vorrichtung, daß die Stahlblechstäbe an den Kreuzungsstellen Stabverbreiterungen mit der Blechdicke der Stahlblechstäbe angepaßten Ausklinkungen mit Ausklingungsseitenwänden und Ausklingungsgrund aufweisen, die in entsprechende Ausklinkungen der kreuzenden Stahlblechstäbe bis zum Kontakt Ausklingungsgrund gegen Ausklingungsgrund einfassen sowie Formschlußknoten bilden und daß die Stahlblechstäbe in den Form-

schlußknoten miteinander verlötet oder verschweißt sind.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß bei einer Vorrichtung des eingangs beschriebenen Aufbaus und der eingangs beschriebenen Zweckbestimmung die Mischmodule durch die Ausklinkungen und die dadurch gebildeten Formschlußknoten in ihrer Geometrie nach Maßgabe der vorgegebenen Toleranzen und Passungen sehr genau festgelegt werden können. In den Formschlußknoten sind störungsfrei und definiert die Schweiß- oder Lötarbeiten durchzuführen, wobei störende Schweiß- oder Löttraupen nicht entstehen. Im Ergebnis werden durch die beschriebenen Maßnahmen die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung in bezug auf die Sicherstellung einer homogenen isotropen Durchmischung verbessert, außerdem wird die Herstellung erleichtert. Die Formschlußknoten selbst sind in den Mischmodulen in statischer Hinsicht die Festigkeit und die Stabilität erhöhende Bauteile.

Im einzelnen bestehen verschiedene Möglichkeiten der weiteren Ausbildung und Gestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. In diesem Zusammenhang empfiehlt die Erfindung, für alle in der Praxis vorkommenden Durchmesser der Vorrichtung, daß die Stahlblechstäbe eine Blechdicke von 1 bis 3 mm aufweisen. Vorzugsweise besitzen sie eine Blechdicke von etwa 1,5 mm. Die Ausklinkungen besitzen, auch aus mechanischen Gründen, eine Ausklinkungsbreite, die, bis auf Passungsvorgaben, der Blechdicke der Stahlblechstäbe entsprechen. Aus gleichem Grunde besitzen die Ausklinkungen vorzugsweise eine Ausklinkungstiefe, die zumindest der Blechdicke der Stahlblechstäbe entspricht. Die Stahlblechstäbe selbst weisen, bis auf die Stabverbreiterungen, eine Stabbreite auf, die um einen Faktor 3 bis 4 größer ist als die Blechdicke.

Mit dem Ziel, die homogene isotrope Durchmischung zu optimieren, lehrt die Erfindung, daß die Mischmodule in dem Gehäuse gereiht, von Mischmodul zu Mischmodul um 90° versetzt angeordnet und in Reihungsrichtung mit Formschlußknoten gegeneinander abgestützt sind. Die Versetzung um 90° optimiert die Durchmischung. Die Abstützung der Mischmodule über die Formschlußknoten läßt es ohne weiteres zu, auch hohe Druckdifferenzen zu beherrschen.

Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung können alle Mischmodule baugleich ausgeführt sein. Eine besonders gute homogene isotrope Durchmischung bei geringen Druckverlusten erreicht man dadurch, daß die einzelnen gereihten Mischmodule eine unterschiedliche Anzahl von Stahlblechstäben und ein nach Maßgabe der Anzahl der Stahlblechstäbe unterschiedliches Rastermaß aufweisen. Das Rastermaß kann in Strömungsrichtung des Fluids abnehmen. Darunter wird verstanden, daß die Größe der Rostabstände in Strömungsrichtung kleiner wird.

Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann mit einem einheitlichen, verhältnismäßig langgestreckten Gehäuse gearbeitet werden, in welches die einzelnen Mischmodule eingeschoben sind. Es besteht aber auch die Möglichkeit, die einzelnen Mischmodule in Gehäuseabschnitten anzuordnen, deren Länge der Mischmodule entspricht, wobei die Gehäuseabschnitte miteinander formschlüssig verbunden sind. Dazu können die Gehäuseabschnitte in den Stirnseiten ihrer Gehäusewand um 90° versetzte Bohrungen und in den Bohrungen Verbindungsbolzen aufweisen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich, insbesondere in bezug auf die Fertigung der Mischmodule,

durch geringen Fertigungsaufwand aus. Die Herstellung kann auf verschiedene Weise erfolgen. Durch Einfachheit und geringe Fertigungstoleranzen ausgezeichnet ist ein Verfahren zur Herstellung der beschriebenen Vorrichtung mit den folgenden Verfahrensschritten:

- 1) die Stahlblechstäbe werden mit Hilfe einer Laser-Schneidtechnik toleranzarm aus dem Stahlblech ausgeschnitten,
- 2) die Stahlblechstäbe werden mit Hilfe der Stahlblechverbreiterungen an den Ausklinkungen unter Bildung der Stahlblechknoten nach Maßgabe der vorgegebenen Geometrie der Mischmodule zu einem Mischmodul-Vorprodukt zusammengesteckt,
- 3) die Stahlblechstäbe in dem Mischmodul-Vorprodukt werden im Bereich der Formschlußknoten gleichzeitig durch Zuführung von elektrischer Energie unter Bildung von metallischen Schmelzen vereinigt,

wobei zum Zwecke der Herstellung einer Lötverbindung im Bereich der Formschlußknoten zuvor auf die Stahlblechstäbe ein Hartlot aufgebracht wird.

Die Mischmodul-Vorprodukte können in das Gehäuse eingebracht und in dem Gehäuse durch Zuführung von elektrischer Energie untereinander und mit dem Gehäuse unter Bildung einer metallischen Schmelze vereinigt werden. Die metallische Schmelze kann durch einen Schweißvorgang erzeugt werden, bei dem Schweißgut nicht zugeführt wird. Die metallische Schmelze kann aber auch dadurch erzeugt werden, daß Schweißgut oder Hartlot zugeführt bzw. vorher aufgebracht werden. Nach einem anderen Vorschlag der Erfindung werden die Mischmodul-Vorprodukte in den dem jeweiligen Mischmodul-Vorprodukt zugeordneten Gehäuseabschnitt eingebracht und in dem Gehäuseabschnitt durch Zuführung von elektrischer Energie miteinander und mit dem Gehäuse unter Bildung einer metallischen Schmelze vereinigt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung

Fig. 1 eine Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit den freigelegten Mischmodulen,

Fig. 2 eine Ansicht des Gegenstandes der Fig. 1 aus Richtung des Pfeiles A bei vollständigem Gehäuse,

Fig. 3 den vergrößerten Ausschnitt B aus dem Gegenstand der Fig. 1 ausschnittsweise,

Fig. 4, 5 und 6 unterschiedliche Stahlblechstäbe für ein Mischmodul einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 7 eine Ansicht eines Kreuzrostes welches aus Stahlblechstäben der Fig. 4, 5 und 6 aufgebaut ist, ausschnittsweise.

Die in den Figuren dargestellte Vorrichtung dient zum statischen Mischen von Fluiden, insbesondere von thermoplastifiziertem Kunststoff. Zum grundsätzlichen Aufbau gehören ein zylindrisches, rohrförmiges Gehäuse 1 aus Stahl und eine Mehrzahl von darin angeordneten Mischmodulen 2 aus Stahlblechstäben 3 gleicher Blechdicke. Die Stahlblechstäbe 3 bilden ein räumliches Kreuzrost mit im wesentlichen rechtwinklig nach einem vorgegebenen Raster sich kreuzenden Stahlblechstäben 3. Die Stahlblechstäbe 3 der Mischmodule 2 sind, mit ihren Stabflächen schräg und quer zur Gehäuseachse 4 angeordnet und an den Kreuzungsstellen 5 miteinander verbunden. Sie sind mit ihren Enden mit der Innenwand

des Gehäuses 1 verlötet oder verschweißt.

Aus einer vergleichenden Betrachtung der Fig. 1 und 3 entnimmt man, daß die Stahlblechstäbe 3 an den Kreuzungsstellen 5 Stabverbreiterungen 6 mit der Blechdicke der Stahlblechstäbe 3 angepaßten Ausklinkungen 7 mit Ausklinkungsseitenwänden und Ausklinkungsgrund aufweisen, die in entsprechende Ausklinkungen der kreuzenden Stahlblechstäbe 3 bis zum Kontakt Ausklinkungsgrund gegen Ausklinkungsgrund, einfassen. Dabei liegen auch die Ausklinkungsseitenwände aneinander. Auf diese Weise entstehen Formschlußknoten 8, die eine Doppelfunktion erfüllen. Sie definieren zunächst nach Maßgabe der Toleranzen und Passungen sehr genau die gesamte Geometrie der Mischmodule 2, sie sind aber zugleich in statischer Hinsicht stabilisierende und die Gestaltfestigkeit erhöhende Elemente. Die Stahlblechstäbe 3 sind in den Formschlußknoten 8 im Bereich der Kontaktflächen miteinander verlötet oder verschweißt.

Im Ausführungsbeispiel und nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung mögen die Stahlblechstäbe 3 eine Blechdicke von 1 bis 3 mm aufweisen. In den Fig. 4, 5, 6 und 7 mag die Blechdicke etwa 1,5 mm betragen. Die Ausklinkungen 7 besitzen eine Ausklinkungsbreite, die, bis auf Passungsvorgaben, der Blechdicke der Stahlblechstäbe 3 entspricht. Im übrigen besitzen die Ausklinkungen 7 eine Ausklinkungstiefe, die zumindest der Blechdicke der Stahlblechstäbe 3 entspricht. Die Breite der Stahlblechstäbe 3 ist weitgehend beliebig. Bewährt hat es sich, daß die Stahlblechstäbe 3, wie in den Figuren angedeutet, bis auf die Stabverbreiterungen 6, eine Stabbreite aufweisen, die um einen Faktor 3 bis 4 größer ist als die Blechdicke.

Betrachtet man die Fig. 1 und 2, so erkennt man, daß die Mischmodule 2 in dem Gehäuse 1 gereiht, von Mischmodul 2 zu Mischmodul 2 um 90° versetzt, angeordnet und in Reihungsrichtung mit Formschlußknoten 8 gegeneinander abgestützt sind. Im Ausführungsbeispiel sind die Mischmodule 2 der Vorrichtung alle baugleich ausgeführt. Man könnte aber auch die einzelnen gereihten Mischmodule 2 mit einer unterschiedlichen Anzahl von Stahlblechstäben 3 ausrüsten, so daß sie ein nach Maßgabe der Anzahl der Stahlblechstäbe 3 unterschiedliches Rastermaß aufweisen. In diesem Falle kann das Rastermaß in Strömungsrichtung des Fluids abnehmen. In der Fig. 1 wurde durch strichpunktierte Linien angedeutet, daß die einzelnen Mischmodule in Gehäuseabschnitten 9 angeordnet sind, deren Länge der Länge der Mischmodule 2 entspricht, wobei die Gehäuseabschnitte 9 miteinander formschlüssig verbunden sind. Zwischen den strichpunktierten Linien erkennt man diese Gehäuseabschnitte. Die Gehäuseabschnitte 9 weisen als Formschlußelemente 10 z. B. in den Stirnseiten ihrer Gehäusewand um 90° versetzte Bohrungen und in den Bohrungen Verbindungsbolzen auf, wie es der vergrößerte Ausschnitt links in Fig. 1 andeutet.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum statischen Mischen von Fluiden, insbesondere von thermoplastifiziertem Kunststoff, mit einem zylindrischen, rohrförmigen Gehäuse aus Stahl und einer Mehrzahl von darin angeordneten Mischmodulen aus Stahlblechstäben gleicher Blechdicke, die ein räumliches Kreuzrost mit im wesentlichen rechtwinklig nach einem vorgegebenen Raster sich kreuzenden Stahlblechstäben bil-

den, wobei die Stahlblechstäbe des Kreuzrostes mit ihrer Stabfläche schräg und quer zur Gehäuseachse angeordnet, an den Kreuzungsstellen miteinander verbunden und mit ihren Enden mit der Gehäuseinnenwand verlötet oder verschweißt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Stahlblechstäbe an den Kreuzungsstellen Stabverbreiterungen mit der Blechdicke der Stahlblechstäbe angepaßten Ausklinkungen mit Ausklinkungsseitenwänden und Ausklinkungsgrund aufweisen, die in entsprechende Ausklinkungen der kreuzenden Stahlblechstäbe bis zum Kontakt Ausklinkungsgrund gegen Ausklinkungsgrund einfassen und dadurch Formschlußknoten bilden, und daß die Stahlblechstäbe in den Formschlußknoten miteinander verlötet oder verschweißt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blechstäbe eine Blechdicke von 1 bis 3 mm aufweisen.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stahlblechstäbe eine Blechdicke von etwa 1,5 mm aufweisen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausklinkungen eine Ausklinkungsbreite aufweisen, die, bis auf Passungsvorgaben, der Blechdicke der Stahlblechstäbe entspricht.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausklinkungen eine Ausklinkungstiefe aufweisen, die zumindest der Blechdicke der Stahlblechstäbe entspricht.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stahlblechstäbe, bis auf die Stabverbreiterungen, eine Stabbreite aufweisen, die um einen Faktor 3 bis 4 größer ist als die Blechdicke.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischmodule in dem Gehäuse gereiht, von Mischmodul zu Mischmodul um 90° versetzt, angeordnet und in Reihungsrichtung mit Formschlußknoten gegeneinander abgestützt sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischmodule der Vorrichtung baugleich ausgeführt sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen gereihten Mischmodule eine unterschiedliche Anzahl von Stahlblechstäben und ein nach Maßgabe der Anzahl der Stahlblechstäbe unterschiedliches Rastermaß aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Rastermaß in Strömungsrichtung des Fluids abnimmt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Mischmodule in Gehäuseabschnitten angeordnet sind, deren Länge der Länge der Mischmodule entspricht, und daß die Gehäuseabschnitte miteinander formschlüssig verbunden sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuseabschnitte in den Stirnseiten ihrer Gehäusewand um 90° versetzte Bohrungen und in den Bohrungen Verbindungsbohlen aufweisen.

13. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 mit den Verfahrensschritten:

rensschritten:

13.1) die Stahlblechstäbe werden mit Hilfe einer Laser-Schneidtechnik toleranzarm aus dem Stahlblech ausgeschnitten,

13.2) die Stahlblechstäbe werden mit Hilfe der Stahlblechverbreiterungen an den Ausklinkungen unter Bildung der Stahlblechknoten nach Maßgabe der vorgegebenen Geometrie der Mischmodule zu einem Mischmodul-Vorprodukt zusammengesteckt,

13.3) die Stahlblechstäbe in dem Mischmodul-Vorprodukt werden im Bereich der Formschlußknoten gleichzeitig durch Zuführung von elektrischer Energie unter Bildung von metallischen Schmelzen vereinigt,

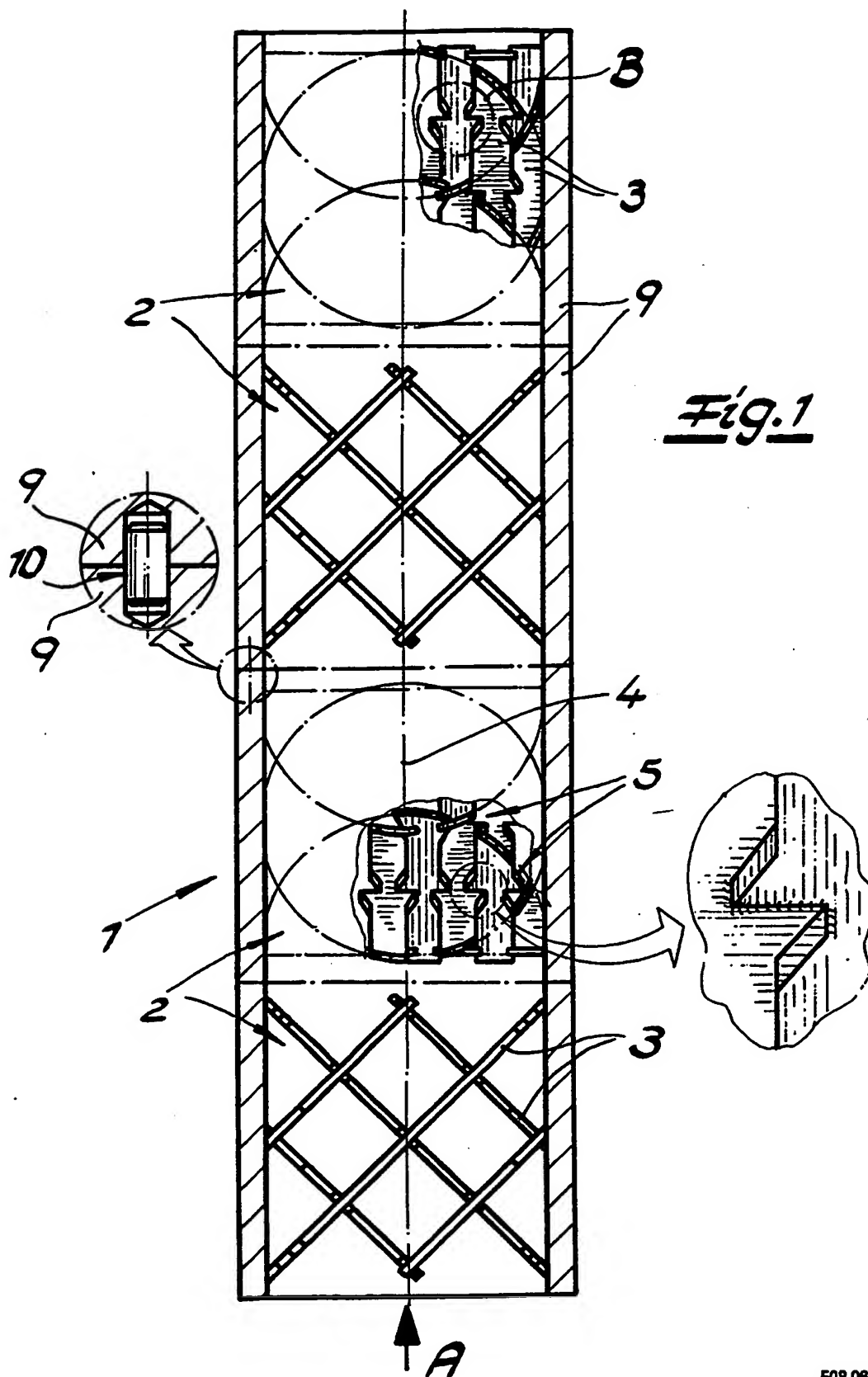
wobei zum Zwecke der Herstellung einer Lötverbindung im Bereich der Formschlußknoten zuvor auf die Stahlblechstäbe ein Hartlot aufgebracht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Mischmodul-Vorprodukte in das Gehäuse eingebracht und in dem Gehäuse durch Zuführung von elektrischer Energie miteinander und mit dem Gehäuse unter Bildung einer metallischen Schmelze vereinigt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Mischmodul-Vorprodukte in den, dem jeweiligen Mischmodul-Vorprodukt zugeordneten Gehäuseabschnitt eingebracht und in dem Gehäuseabschnitt durch Zuführung von elektrischer Energie miteinander und mit dem Gehäuseabschnitt unter Bildung einer metallischen Schmelze vereinigt werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



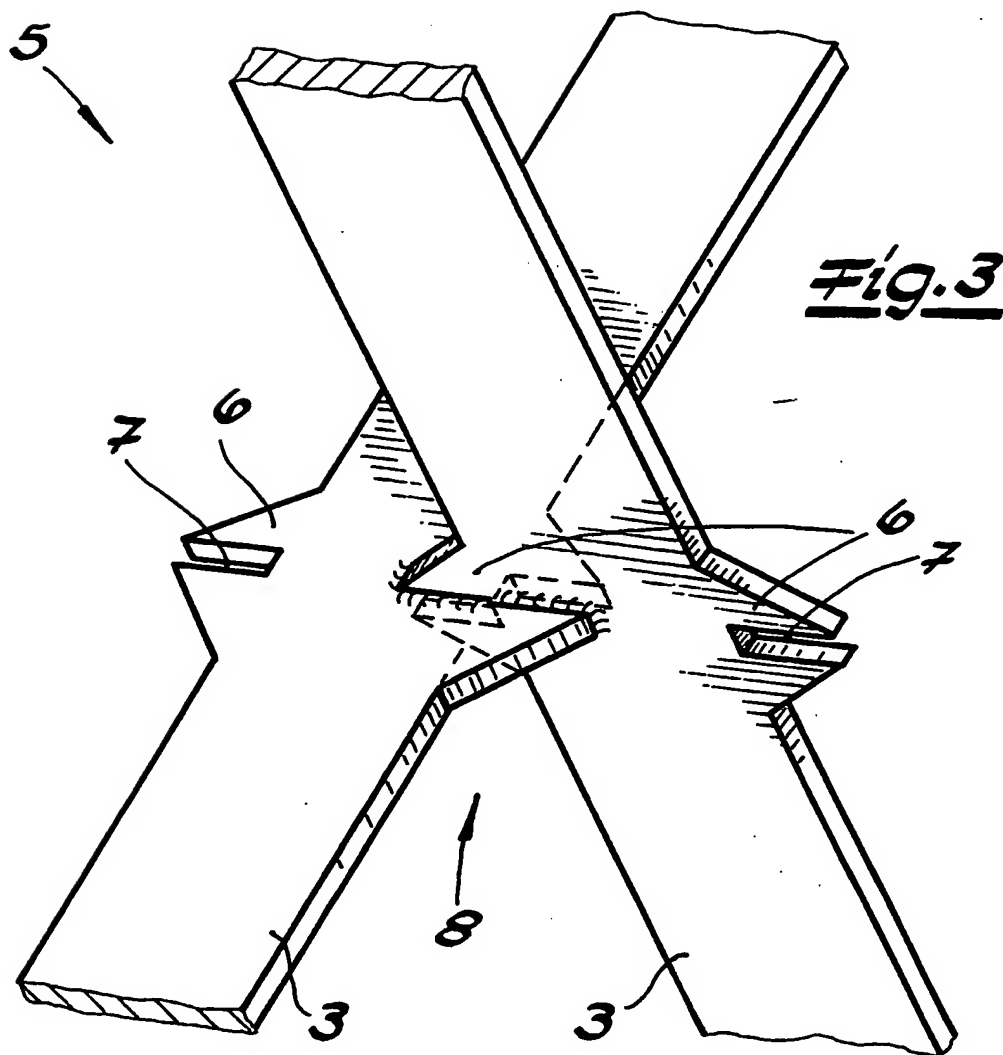
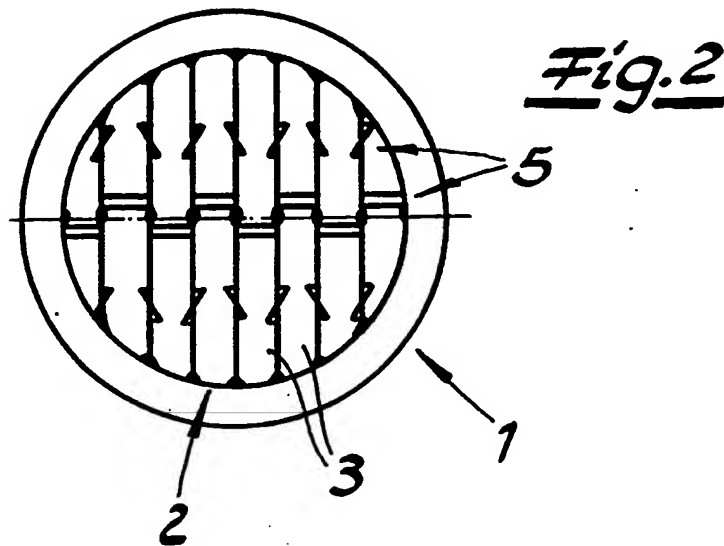


Fig. 4

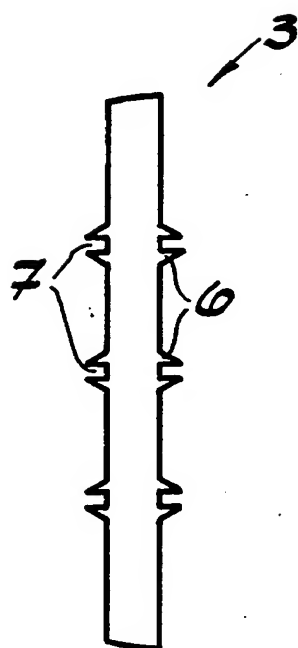


Fig. 5

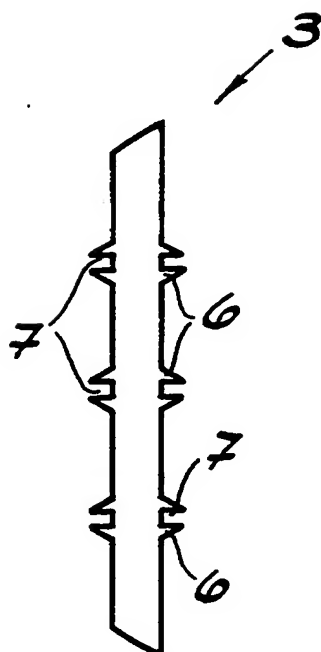


Fig. 6

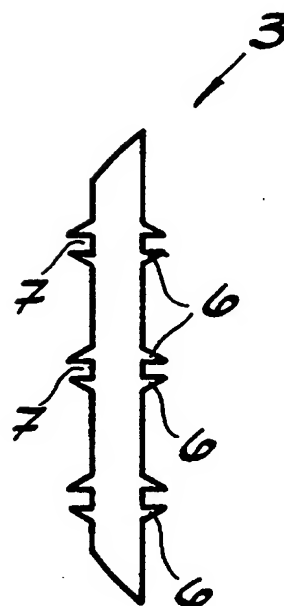


Fig. 7

